

PAT-NO: JP02000050541A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000050541 A

TITLE: STATOR FOR ROTATING ELECTRIC MOTOR

PUBN-DATE: February 18, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KAHATA, YASUO

OSAWA, TAKESHI

COUNTRY

N/A

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP10218090

APPL-DATE: July 31, 1998

INT-CL (IPC): H02K001/20

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently cool stator coils and a stator iron core by diminishing biased flow generated in the inlet of a ventilating duct and in the duct inside the stator iron core.

SOLUTION: A cylindrical stator iron core 3 formed by laminating thin sheets 2, and a stator coils 7 inserted into the internal peripheral side slots of this stator iron core, are provided. A ventilating duct 5 is formed at every specified number of thin sheets 2 laminated. The ventilating duct 5 is constituted into partitions of inside spacing strips 4T inserted between thin

plates by arrangement facing both side surfaces of a stator coil 7, and the thin sheets 2 arranged and separated by the inside spacing strips 4T and is divided into an upstream-side duct 5a and a downstream-side duct 5b. Inside the downstream-side duct 5b of the ventilating duct, resisting objects 16 which protrude from the partitioning and forming surface of this downstream side duct 5b and resist the flow of a cooling gas, are arranged at intervals in the flowing direction of the cooling gas 11.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-50541  
(P2000-50541A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 2 K 1/20

識別記号

F I  
H 0 2 K 1/20

タームコード (参考)  
D 5 H 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平10-218090

(22) 出願日 平成10年7月31日 (1998.7.31)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 加幡 安雄

神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(72) 発明者 大澤 武志

神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(74) 代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

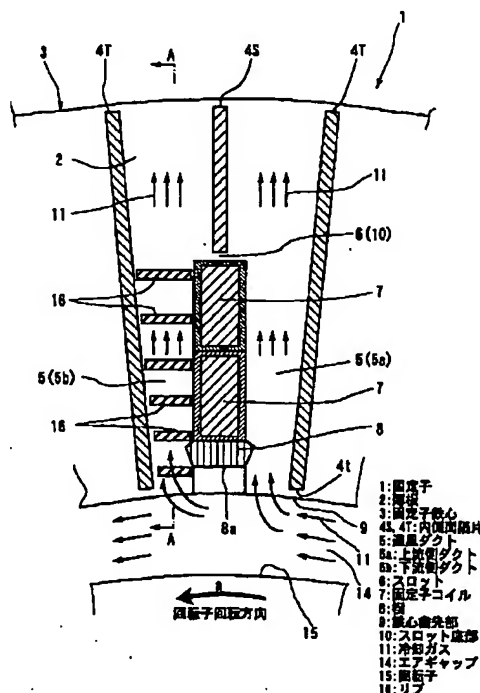
Fターム (参考) 5H002 AA10 AD05 AD09

(54) 【発明の名称】 回転電機の固定子

(57) 【要約】

【課題】 固定子鉄心内の通風ダクト入口およびダクト内に生じる偏流を解消し、効率よく固定子コイルおよび固定子鉄心を冷却できるようにする。

【解決手段】 薄板2を積層して構成された円筒状の固定子鉄心3と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイル7とを備える。薄板の所定積層枚数位置毎に通風ダクト5が形成される。通風ダクト5は、固定子コイル7の両側面に対向する配置で薄板間に挿入された内側間隔片4Tと、内側間隔片4Tによって離間配置される薄板2とによって画成され、上流側ダクト5aと、下流側ダクト5bとに区分される。通風ダクトの下流側ダクト5b内に、この下流側ダクトの画成面側から突出して冷却ガスの流れに抵抗を与える抵抗体16を、冷却ガス11の流通方向に間隔的に配設する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記通風ダクトの下流側ダクト内に、この下流側ダクトの画成面側から突出して前記冷却ガスの流れに抵抗を与える抵抗体を、その冷却ガスの流通方向に間隔的に配設したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項2】 請求項1記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、その長さ方向が冷却ガスの流れを横切る方向に配されたリブであることを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項3】 請求項1記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、冷却ガスの流れを固定子コイル側に向ける傾斜を持って配置されたリブであることを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項4】 請求項1記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、冷却ガスの流れを固定子コイル側とその反対側とに分流させるV字型のリブであることを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項5】 請求項1から4までのいずれかに記載の回転電機の固定子において、上流側ダクト内にも下流側ダクト内の抵抗体と同様の抵抗体を設けたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項6】 請求項1から5までのいずれかに記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、固定子鉄心の構成要素である薄板の複数箇所を、ダクト内に向けて切起こした突起であること特徴とする回転電機の固定子。

【請求項7】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子

コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部と、前記内側間隔片の前記固定子鉄心内周側端部とを、前記固定子鉄心の中心側から同一半径位置に設定し、かつ前記楔の前記固定子鉄心内周側端部を、前記固定子鉄心の周方向に沿う肉厚が先端側に向って次第に小さくなる断面形状としたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項8】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、固定子鉄心の内周面の半径を、各ダクトの開口部から離間した部位から各ダクトの開口部に近づくほど次第に大きくしたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項9】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部と、前記固定子鉄心の前記スロット形成用の鉄心歯先部の内周面とを、前記固定子鉄心の中心側から同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項10】 請求項9記載の回転電機の固定子において、さらに内側間隔片の固定子鉄心内周側端部を、鉄心歯先部の内周面と同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項11】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の

径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記内側間隔片の前記固定子鉄心内周側の肉厚を固定子鉄心外周側より小さくしたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項12】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、前記固定子コイルの外周側位置に挿入された内側間隔片と、これらの内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記固定子コイルの外周側位置に挿入された内側間隔片の肉厚を、固定子鉄心外周側に向けて次第に小さくしたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項13】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記固定子鉄心のスロット、そのスロットに挿入される固定子コイル、およびこの固定子コイルに付随する前記通風ダクトを、前記固定子鉄心の内周側から外周側に向けて、回転子回転方向の下流側に傾斜させたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項14】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔

によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、前記固定子コイルの外周側位置に挿入された内側間隔片と、これらの内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記固定子鉄心のスロット、そのスロットに挿入される固定子コイル、およびこの固定子コイルに付随する前記通風ダクトを、前記固定子鉄心の内周側から外周側に向けて、次第に回転子回転方向の下流側に傾斜させるとともに、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部と、前記固定子鉄心の前記スロット形成用の鉄心歯先部の内周面とを、前記固定子鉄心の中心側から同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項15】 請求項14記載の回転電機の固定子において、さらに内側間隔片の固定子鉄心内周側端部を、鉄心歯先部の内周面と同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項16】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分され、かつ前記固定子コイルの側面にスペーサまたはスプリングを挿入して前記固定子コイルを保持するものにおいて、前記スペーサまたはスプリングの挿入位置を回転子回転方向の下流側にしたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項17】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置さ

れる前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分され、かつ前記固定子コイルの側面にスパーサまたはスプリングを挿入して前記固定子コイルを保持するものにおいて、前記スパーサまたはスプリングの挿入位置を回転子回転方向の下流側にする

とともに、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部を、前記内側間隔片の固定子鉄心内周側端部よりも、前記固定子鉄心の中心からの半径が小さい位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項18】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子において、2種類以上の内周半径を持つ前記薄板を所定の間隔で交互に積層したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項19】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されたものにおいて、前記楔を前記通風ダクトの開口部にかからないように分割し、その分割された各楔を前記ダクトの間隔にあわせて連結部材で連結して前記固定子鉄心に挿入したことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項20】 薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成され、かつ冷却ガスが前記固定子鉄心の外径部から内径部へ流れる給気セクションと、前記固定子鉄心の内径部から外径部へ流れる排気セクションとを有するものにおいて、前記給気セクションおよび排気セクションに対応する前記固定子鉄心の内径を、前記各セクションの境界から遠ざかるほど小径となるように設定したことを特徴とする回転電機の固定子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄板を積層した固定子鉄心を有する回転電機の固定子に係り、特に固定子

鉄心およびこれに施される固定子コイルの通風冷却性改善を図った回転電機の固定子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の回転電機の固定子について、図21～図24を参照して説明する。図21は回転電機の固定子を示す軸方向断面図であり、図22は固定子の通風ダクト部の断面図である。

【0003】これらの図21および図22に示すよう

に、回転電機の固定子1は、複数の薄板2を積層して構成された円筒状の固定子鉄心3と、この固定子鉄心3の内周側のスロット6に挿入された固定子コイル7とを備えている。固定子コイル7は、固定子鉄心3の内周側から楔8によって係止保持されている。また、薄板2の所定積層枚数位置毎に、固定子鉄心3の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクト5が形成されている。この各通風ダクト5は、固定子鉄心3の周方向に沿う固定子コイル7の両側面に対向する配置で薄板2間に挿入された1対の内側間隔片4T、4Tと、固定子コイル7の外周側位置に挿入された内側間隔片4Sと、これらの内側間隔片4T、4Sによって離間配置される薄板2とによって周囲が画成されている。そして通風ダクト5は、回転子15の回転方向に沿ってその外周側のエアギャップ14で流動する冷却ガス11が固定子コイル7を挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクト5aと下流側ダクト5bとに区分されている。なお、固定子鉄心3は図示しない締め付け具で両端を締め付けて固定される。固定子コイル7の外周側位置に挿入された内側間隔片4Sはスロット底部10までの長さを有し、また対向する内側間隔片4Tは固定子鉄心3のスロット歯先部（鉄心歯先部）9まで達する長さを有し、これにより積層した薄板2の密着性を保っている。

【0004】このような固定子1を備えた回転電機を運転すると、特に固定子コイル7において、流れる電流によって発熱する。また、固定子鉄心3にも渦電流が生じるため発熱する。これらを冷却するために通風ダクト5内に冷却ガス11を流入させ、固定子コイル7および固定子鉄心3を冷却している。

【0005】図23は、通風ダクトの経路を示している。この図23に示すように、固定子鉄心3の通風ダクト5は、固定子外周側から内周側に冷却ガス11が流れる給気セクション12と、固定子内周側から外周側へと流れる排気セクション13との2通りに区分される。これらのセクション12、13が鉄心軸方向に交互に配置される。冷却ガス11は、回転子15の両端に取り付けた図示しないファンから吐出され、固定子鉄心3の外周側、回転子15の内部、および固定子鉄心端部から、固定子鉄心3と回転子15との隙間であるエアギャップ14に供給される。固定子鉄心外周側に流れた冷却ガス11は、給気セクション12の通風ダクト5を通過して鉄心3および固定子コイル7を冷却し、エアギャップ14へ

排出される。

【0006】給気セクション12から排出された冷却ガス11および鉄心端部からエアギャップ14内に直接流れ込んだ冷却ガス11は、エアギャップ14内を軸方向に流れて排気セクション13の通風ダクト5に供給される。また、この時エアギャップ14には回転子15内を通過して回転子表面から排出された冷却ガス11も合流し、排気セクション13を通過して固定子コイルおよび固定子鉄心3を冷却して固定子外周側へ排出される。固定子外周側より流出した冷却ガス11は図示しない冷却器により冷却された後、再びファンへ循環する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】エアギャップ14内の冷却ガス11の流れには、回転子15から排出される周速度を持った冷却ガス流と、回転子表面の摩擦によりある程度の周速度を持った流れとがある。内側間隔片4Tの内周側端部4tは、積層した薄板2の密着性を保つために、できるだけ鉄心歯先部まで挿入されている。一方、楔8の内周面8aは鉄心歯先部9よりも外周側に引込んだ構造となっており、通風ダクト5の内周側開口部では、内側間隔片4Tの内周側端部4tが楔8の内周面8aよりも固定子鉄心3の軸心に近い位置に突出した構造となっている。

【0008】このような構造の固定子内径側から外径側へ冷却ガスが流れる排気セクション13における問題点は、例えば特開平8-19197号により、下記のごとく指摘されている。すなわち、図24は排気セクションにおけるエアギャップ14および通風ダクト5内の冷却ガス11の流動状態を説明するための模式図である。この図24に示すように、エアギャップ14内の周方向に流動する冷却ガス11は、通風ダクト5の入口部において半径方向に急激に変更させなければならない。

【0009】(1)この場合、従来では楔8の内周側端部8aが内側間隔片4Tの内周側端部4tよりも外周側に位置しているため、冷却ガス11は固定子コイル7の回転子回転方向下流側の下流側ダクト5b内に流れ易く、上流側ダクト5aには十分な流量が得られず、冷却性能が悪化するという問題があった。

【0010】(2)下流側ダクト5b内では、エアギャップ14内の冷却ガス11の周速度の影響により、内側間隔片4T側に冷却ガス11が偏流し、固定子コイル7の冷却が十分行われないという問題があった。また、通風ダクト5内の流路は放射状になっているため、外周にいくほど流速が遅くなり、このため熱伝達性能が悪化するという欠点もあった。

【0011】(3)冷却ガス11の通風損失が増加すると、大きなファン動力が必要となり回転電機の効率が悪化する。ファン動力が十分得られない場合には冷却ガス11の風量が低下し、固定子コイル7、固定子鉄心3および回転子コイル等の冷却が十分に行えず、回転電機の

運転の信頼性が低下することとなる。

【0012】(4)上述の固定子鉄心3の構造では、回転子15側から見た固定子鉄心3の内周面は楔8と内側間隔片4Tの内周側端部の径の差によって凹凸構造となっているため、エアギャップ14を流れる冷却ガス11に対して大きな通風抵抗が発生する。また、排気セクション13の通風ダクト入口部においては、冷却ガス11の流れ方向が急激に変わるとともに通風面積が急激に小さくなるため、大きな通風損失が生じる。

【0013】(5)上流側ダクト5aおよび下流側5b内の冷却ガスは固定子コイル7の側面を通過した後、スロット底部10において流路断面積が急激に大きくなるため、拡大損失が生じる。

【0014】(6)給気セクション12と排気セクション13とを交互に配置した構造の固定子鉄心では、冷却ガス11がエアギャップ14内を軸方向に通風するが、エアギャップ14の通風断面積は小さいため、大きな圧力損失が生じる。

【0015】(7)回転電機の固定子コイルの温度は規格により厳しく制限されており、その冷却が機器の成立を左右する重要なポイントである。特に近年の発電需要から、発電機の単機容量の増大に伴い、固定子コイル7に流れる電流が増加し、固定子コイル7からの発熱量が増加するため、固定子コイル7の冷却強化と通風抵抗の削減が回転電機の性能向上のための重要な技術課題となっている。

【0016】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、固定子鉄心内の通風ダクト入口およびダクト内に生じる偏流を解消し、効率よく固定子コイルおよび固定子鉄心を冷却できるようにすることにある。

【0017】また、他の目的は、固定子の通風ダクト内の冷却性能を向上させ、効率よく固定子コイルおよび固定子鉄心を冷却できるようにすることにある。

【0018】さらに、他の目的は、エアギャップから固定子の通風ダクト内で生じる圧力損失を低減し、少ないポンプ動力で効率的に冷却ガスを循環できるようにすることにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、請求項1の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿



って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記通風ダクトの下流側ダクト内に、この下流側ダクトの画面側から突出して前記冷却ガスの流れに抵抗を与える抵抗体を、その冷却ガスの流通方向に間隔的に配設したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0020】請求項2の発明では、請求項1記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、その長さ方向が冷却ガスの流れを横切る方向に配されたリブであることを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0021】請求項3の発明では、請求項1記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、冷却ガスの流れを固定子コイル側に向ける傾斜を持って配置されたリブであることを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0022】請求項4の発明では、請求項1記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、冷却ガスの流れを固定子コイル側とその反対側とに分流させるV字型のリブであることを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0023】請求項5の発明では、請求項1から4までのいずれかに記載の回転電機の固定子において、上流側ダクト内にも下流側ダクト内の抵抗体と同様の抵抗体を設けたことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0024】請求項6の発明では、請求項1から5までのいずれかに記載の回転電機の固定子において、抵抗体は、固定子鉄心の構成要素である薄板の複数箇所を、ダクト内に向けて切起こした突起であること特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0025】請求項7の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部と、前記内側間隔片の前記固定子鉄心内周側端部とを、前記固定子鉄心の中心側から同一半径位置に設定し、かつ前記楔の前記固定子鉄心内周側端部を、前記固定子鉄心の周方向に沿う肉厚が先端側に向って次第に小さくなる断面形状としたことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0026】請求項8の発明では、薄板を積層して構成

された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、固定子鉄心の内周面の半径を、各ダクトの開口部から離間した部位から各ダクトの開口部に近づくほど次第に大きくしたことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0027】請求項9の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部と、前記固定子鉄心の前記スロット形成用の鉄心歯先部の内周面とを、前記固定子鉄心の中心側から同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0028】請求項10の発明では、請求項9記載の回転電機の固定子において、さらに内側間隔片の固定子鉄心内周側端部を、鉄心歯先部の内周面と同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0029】請求項11の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側



ダクトとに区分されているものにおいて、前記内側間隔片の前記固定子鉄心内周側肉厚を固定子鉄心外周側より小さくしたことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0030】請求項12の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、前記固定子コイルの外周側位置に挿入された内側間隔片と、これらの内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記固定子コイルの外周側位置に挿入された内側間隔片の肉厚を、固定子鉄心外周側に向けて次第に小さくしたことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0031】請求項13の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記固定子鉄心のスロット、そのスロットに挿入される固定子コイル、およびこの固定子コイルに付随する前記通風ダクトを、前記固定子鉄心の内周側から外周側に向けて、回転子回転方向の下流側に傾斜させたことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0032】請求項14の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板

間に挿入された内側間隔片と、前記固定子コイルの外周側位置に挿入された内側間隔片と、これらの内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されているものにおいて、前記固定子鉄心のスロット、そのスロットに挿入される固定子コイル、およびこの固定子コイルに付随する前記通風ダクトを、前記固定子鉄心の内周側から外周側に向けて、次第に回転子回転方向の下流側に傾斜させるとともに、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部と、前記固定子鉄心の前記スロット形成用の鉄心歯先部の内周面とを、前記固定子鉄心の中心側から同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0033】請求項15の発明では、請求項14記載の回転電機の固定子において、さらに内側間隔片の固定子鉄心内周側端部を、鉄心歯先部の内周面と同一半径位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0034】請求項16の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分され、かつ前記固定子コイルの側面にスペーサまたはスプリングを挿入して前記固定子コイルを保持するものにおいて、前記スペーサまたはスプリングの挿入位置を回転子回転方向の下流側にしたことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0035】請求項17の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて

導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分され、かつ前記固定子コイルの側面にスペーサまたはスプリングを挿入して前記固定子コイルを保持するものにおいて、前記スペーサまたはスプリングの挿入位置を回転子回転方向の下流側にするとともに、前記楔の前記固定子鉄心内周側端部を、前記内側間隔片の固定子鉄心内周側端部よりも、前記固定子鉄心の中心からの半径が小さい位置に設定したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0036】請求項18の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子において、2種類以上の内周半径を持つ前記薄板を所定の間隔で交互に積層したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0037】請求項19の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記固定子コイルは前記固定子鉄心の内周側から楔によって係止保持されるとともに、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成されており、この各通風ダクトは、少なくとも前記固定子鉄心の周方向に沿う前記固定子コイルの両側面に対向する配置で前記薄板間に挿入された内側間隔片と、この内側間隔片によって離間配置される前記薄板とによって周囲が画成されるとともに、回転子の回転方向に沿って流動する冷却ガスが前記固定子コイルを挟んで上下流に分かれて導入される上流側ダクトと下流側ダクトとに区分されたものにおいて、前記楔を前記通風ダクトの開口部にかからないように分割し、その分割された各楔を前記ダクトの間隔にあわせて連結部材で連結して前記固定子鉄心に挿入したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0038】請求項20の発明では、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心と、この固定子鉄心の内周側のスロットに挿入された固定子コイルとを備えた回転電機の固定子であって、前記薄板の所定積層枚数位置毎に前記固定子鉄心の径方向に沿う冷却ガス流通用の通風ダクトが形成され、かつ冷却ガスが前記固定子鉄心の外径部から内径部へ流れる給気セクションと、前記固定子鉄心の内径部から外径部へ流れる排気セクションとを有するものにおいて、前記給気セクションおよび排気セクションに対応する前記固定子鉄心の内径を、前記各セクションの境界から遠ざかるほど小径となるように設定したことを特徴とする回転電機の固定子を提供する。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る回転電機の固定子の実施形態について、図1～図20を参照して説明する。

【0040】第1実施形態(図1～図7)

本実施形態は、通風ダクトの下流側ダクト内に、冷却ガスの流れに抵抗を与える抵抗体を配設し、上流側ダクトとの間の流量アンバランスを小さくし、固定子コイルおよび固定子鉄心を均一に効率よく冷却するようにしたものである。

【0041】まず、図1および図2によって本実施形態の基本的な構成を説明する。図1は固定子の通風ダクト部分を示す要部断面図であり、図2は図1のA-A線断面図である。

【0042】これらの図1および図2に示すように、本実施形態の固定子1は、薄板2を積層して構成された円筒状の固定子鉄心3と、この固定子鉄心3の内周側のスロット6に挿入された固定子コイル7とを備え、固定子コイル7は固定子鉄心3の内周側から楔8によって係止保持されている。この固定子鉄心3の内周側に、回転子15がエアギャップ14を介して同軸的に配置され、一方向(矢印a方向)に回転するようになっている。固定子鉄心3には、これを構成する薄板2の所定積層枚数位置毎に、径方向に沿う冷却ガス11流通用の通風ダクト5が形成され、この通風ダクト5がエアギャップ14に開口している。

【0043】通風ダクト5は、固定子鉄心3の周方向に沿う固定子コイル7の両側面に対向する配置で薄板2間に挿入された内側間隔片4Tと、固定子コイル7の外周側位置に挿入された内側間隔片4Sと、これらの内側間隔片4T、4Sによって離間配置される薄板2とによって周囲が画成されている。すなわち、固定子コイル7は、対向する1対の内側間隔片4T間の中間位置に挿入されており、これにより通風ダクト5は回転子15の回転方向aに沿って固定子コイル7を挟んで上流側ダクト5aと下流側ダクト5bとに区分されている。

【0044】なお、固定子コイル7の内周側に配置している楔8の固定子鉄心内周側端部(以下、「楔8の内周側端部」という)8aは、上下流側ダクト5bの構成壁である各内側間隔片4Tの固定子鉄心内周側端部(以下、「内側間隔片5Tの内周側端部」という)4tよりも、固定子鉄心中心位置から大きい半径位置に配置されている。つまり、楔8の内周側端部8aよりも各内側間隔片4Tの内周側端部4tがエアギャップ14側に長く突出している。また、固定子鉄心3のスロット6を構成する内周側の歯状部分の先端部(以下、「鉄心歯先部」9という)は、楔8および各内側間隔片4Tの内周側端部よりもさらにエアギャップ14側に長く突出している。

【0045】このものにおいて、本実施形態では、通風ダクト5の下流側ダクト5b内に、冷却ガス11の流れに抵抗を与える抵抗体として、複数の直線状のリップ16が冷却ガス11の流通方向に間隔的に設けられている。これらのリップ16は、固定子鉄心構成用の薄板2の表面

から突出し、それぞれその長さ方向が冷却ガス11の流れを横切る方向に沿っており、等ピッチまたは不等ピッチで平行に配されている。

【0046】このような本実施形態の構成によると、運転時においては、楔8の内周側端部8aよりも各内側間隔片4Tの内周側端部4tがエアギャップ14側に長く突出しているため、エアギャップ14内の周速に伴って流動する冷却ガス11は、エアギャップ14側に長く突出する上流側ダクト5a手前側の内側間隔片4Tを越えた後に、このエアギャップ14への突出長さの小さい楔8を飛び越え、その後長く突出する下流側ダクト5bの後方にある内側間隔片4Tに当接する。したがって、エアギャップ14側から通風ダクト5への導入量は、上流側ダクト5aでは素通り状態となるため少く、下流側ダクト5bで多くなる。しかし、本実施形態では、下流側ダクト5bの内表面に複数のリブ16を設けたことによって流路抵抗が増加するため、この下流側ダクト5b内では冷却ガス11が流れにくくなる。一方、上流側ダクト5aにはリブ16を設けていないため、冷却ガス11は流動し易く、抵抗が少ない分だけ相対的に流量が増加する。したがって、このような流路抵抗の差によって固定子コイル7の両側にある前後流側ダクト5a、5b間での流量アンバランスが従来に比して小さくなり、結果的に上流側ダクト5aおよび下流側ダクト5b内を均等に冷却ガス11が流れ、これにより各固定子コイル7および固定子鉄心3を均一に効率よく冷却することができる。

【0047】また、図2に示すように、下流側ダクト5b内の半径方向断面について観察すると、固定子鉄心3を構成する薄板2の表面に等ピッチまたは不等ピッチでリブ16が配設されており、このような凹凸表面に流入した冷却ガス11は流れに従って速度境界層および温度境界層が発達する。壁面の熱伝達率は温度境界層が発達するに伴って低下することが知られており、このような流れに対し、リブ16を所定の間隔で配設して温度境界層の発達を妨げることにより熱伝達が促進される。このような現象は、公知文献（例えば「伝熱工学資料」改定第4版、日本機械学会、1986年等）でも裏付けられている。

【0048】このように、本実施形態においては、下流側ダクト5b内の鉄心表面にリブ16を設けたことにより、壁面近傍に生じる冷却ガス11の温度境界層の発達を防ぐ効果も得られ、それによって鉄心表面の熱伝達が促進され、この面からも固定子鉄心自体の冷却性能が向上できるようになる。

【0049】なお、本実施形態の抵抗体としては、図1に示した冷却ガス11の流れを横切る方向に配された直線状のリブ16の他、他形状のリブ、あるいはリブ以外の構成のものを適用する等、種々の変形が可能である。

【0050】（第1変形例）図3は、リブ16の形状に

についての第1変形例を示している。この図3に示したリブ16は、冷却ガス11の流れを固定子コイル7側に向ける傾斜を持って、固定子鉄心構成用の薄板2表面から突出して設けられている。

【0051】このような構成において、下流側ダクト5b内では冷却ガス11がエアギャップ14の周方向速度の影響によって、固定子コイル7と対向する内側間隔片4T側に向かう分力が大きく、より多く内側間隔片4Tに当り易いが、本例によればリブ16を斜めに配置して冷却ガス11の流れを固定子コイル7側に向けるようにしたので、冷却ガス11が固定子コイル7に向って多く流れるようになる。したがって、従来の構成に比して冷却ガス11の固定子コイル7への冷却寄与度が増し、固定子コイル7の表面の熱伝達が促進されることになり、発熱源である固定子コイル7を、より効率的に冷却できるようになる。なお、リブ16を冷却ガス11の流れに対して斜めに配置した図3の構成では、直角に配置した図1の構成と比較して通風抵抗が低減する。

【0052】（第2変形例）図4は、リブ16の形状についての第2変形例を示している。この図4に示したリブ16は、冷却ガス11の流れを固定子コイル7側とその反対側とに分流させるV字型となっている。

【0053】このような構成によると、冷却ガス11が分流によって固定子コイル7とその下流側の内側間隔片4Tとの両方に積極的に向けられる。したがって、図3に示した第1変形例の場合と同様の固定子コイル冷却性向上に加え、内側間隔片4Tの冷却効果促進の効果も得られる。

【0054】（第3変形例）図5は、上流側ダクト5a内にも下流側ダクト5b内のリブ16と同様のリブ16を設けた例を示している。この例では、図3の第1変形例と同様の傾斜状リブ16を上流側ダクト5a内に設けた構成を示しているが、図1または図4に示した構成のものでもよい。

【0055】このような構成によると、上流側ダクト5a内の表面にリブ16を設けたことにより、壁面近傍に生じる冷却ガス11の温度境界層の発達を防ぐ効果があり、鉄心表面の熱伝達が促進されて冷却性能が向上する。なお、本例では上流側ダクト5a内でも流量抵抗によって流量低下の可能性があるため、下流側ダクト5bとの間の流量バランスが問題となるが、この場合には、両ダクト5a、5b内のリブ16の本数、間隔、突出高さ等を変えることにより、流量バランスを調節することができる。これにより、必要最小流量で効率的に固定子コイル7および固定子鉄心3を冷却することができる。

【0056】なお、以上の本実施形態の構成は、給気セクションにおける通風ダクトに対しても適用することができ、それによって同様の作用効果が得られる。

【0057】（第4変形例）図6は、抵抗体の構成についての第4変形例を示している。本例では、抵抗体を、固定

子鉄心3の構成要素である薄板2の複数箇所を、ダクト内に向けて切起こした例えば三角形の突起18により構成している。

【0058】このような構成によれば、薄板2自体の切り起し加工によって抵抗体としての突起18を形成するので、構成簡易化および加工の容易化等が図れる。なお、突起18の形状や切り起し方向、形成部位、数量等については、図6のものに限らず、図1～図5と同様のもの、あるいはその他等種々のものとすることができ

る。

【0059】第2実施形態（図7）

本実施形態は、楔8の内周側端部8aの位置および形状の設定により、上流側ダクト5aおよび下流側ダクト5bの流量バランスの均一化を図ったものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。

【0060】図7は、本実施形態の構成を示す要部断面図である。この図7に示すように、本実施形態では、楔8の内周側端部8aと内側間隔片4Tの内周側端部4tとを、固定子鉄心3の中心側から同一半径位置に設定してある。また、楔8の内周側端部8aを、固定子鉄心3の周方向に沿う肉厚が先端側に向って次第に小さくなる断面V字型としてある。

【0061】従来の構成では、図24に示したように、楔8の内周側端部8aよりも各内側間隔片4Tの内周側端部4tがエアギャップ14側に長く突出しているの

で、エアギャップ14内の流速に伴って流動する冷却ガス11は、エアギャップ14側に長く突出する上流側ダクト5a手前側の内側間隔片4Tを越えた後に、このエアギャップ14への突出長さの小さい楔8を飛び越え、その後

に長く突出する下流側ダクト5bの後方にある内側間隔片4Tに当接する。このため、エアギャップ14側から通風ダクト5への導入量は、上流側ダクト5aでは素通り状態となるため少く、下流側ダクト5bで多くなっていた。

【0062】これに対し、本実施形態では、内側間隔片4Tの内周側端部4tと楔8の内周側端部8aとが同一半径位置となっているため、エアギャップ14内を流れる冷却ガス11の楔8を飛び越える量が従来に比して減少する。したがって、冷却ガス11の周方向速度の影響による上流側ダクト5aおよび下流側ダクト5b間での導入量のアンバランスが生じにくくなり、両ダクト内での冷却ガス11の流量が均等となり、冷却効果の均一化が図れるようになる。

【0063】また、楔8の内周側端部8aを断面V字型としたことにより、先端が平坦な場合（図24等参照）に比べて、固定子鉄心3の内周面側から見た各ダクトの開口面積が大きくなるとともに、冷却ガス11のダクト5a、5b内への流入角度が小さく、流れが円滑となるので、冷却ガス11の流入損失が低減し、必要流量

を低い動力で供給することが可能となる。したがって、回転電機が発電機である場合、その発電機内起電力を冷却ガス11の送風動力として利用する構成において、発電機効率の向上が図れるようになる。なお、本実施形態によるダクト入口構成と、第1実施形態による抵抗体を設けたダクト構成とを併用することが可能なことは勿論である。

【0064】第3実施形態（図8）

本実施形態は、第2実施形態における冷却ガス11の通風ダクト5内への流入を円滑にする考え方を、固定子鉄心3の内周部全体に適用したものである。図8は、その構成を示す説明図である。

【0065】すなわち図8に示すように、本実施形態では、固定子鉄心3の内周面の半径Rを、各ダクト5の開口部5cから離間した部位から、各ダクト5の開口部5cに近付くほど次第に大きくしてある。

【0066】このような構成によれば、固定子鉄心3の内周側から見た各通風ダクト5の各開口面積が全体として大きくなるとともに、エアギャップ14から各通風ダクト5に向かう流れが傾斜流となって円滑な流入が可能となり、冷却ガス11の流入損失が低減するため、必要流量を低い動力で供給することができ、第2実施形態と同様に、発電機効率の向上が図れる。本実施形態の構成についても、第1、第2実施形態の構成と併用することで、さらに機能性向上が図れる。

【0067】第4実施形態（図9、図10）

本実施形態は、楔8の内周側端部8aと鉄心歯先部9とのエアギャップ14に対する突出長さの設定を変えることにより、上流側ダクト5aおよび下流側ダクト5bの流量バランスの均一化を図ったものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図9および図10は、それぞれその異なる構成例を示す要部断面図である。

【0068】図9に示した例では、楔8の内周側端部8aと鉄心歯先部9とを、固定子鉄心3の中心側から同一半径位置に設定してあり、内側間隔片4Tの内周側端部4tの半径は楔8および鉄心歯先部9よりも大きく設定してある。なお、楔8の内周側端部8aの先端は平坦面としてある。

【0069】このような構成によれば、楔8の内周面を鉄心歯先部9と一致させたことにより、それだけ固定子鉄心3の内周側の凹凸が減少することになり、エアギャップ14内の流動損失が小さくなる。したがって、この流動損失減少分だけ従来に比して必要流量を低い動力で供給することができ、発電機効率の向上が図れる。また、内側間隔片4Tの内周側端部4tの半径が楔8の内周面半径よりも大きいことから、楔8はエアギャップ14側に突出した状態となり、これにより楔8による流れ抵抗で冷却ガス11が上流側ダクト5aに導入され易くなり、下流側ダクト5bと上流側ダクト5aとの間の流

量バランスの均一化も図れる。

【0070】また、図10に示した例では、楔8の内周側端部8aと鉄心歯先部9とを、図9の場合と同様に固定子鉄心3の中心側から同一半径位置に設定してあるが、この例ではさらに内側間隔片4Tの内周側端部4tの半径についても、楔8および鉄心歯先部9の半径と同一に設定してある。他の構成については、図9と同様である。

【0071】このような図10の構成によれば、楔8の内周側端部8a、鉄心歯先部9および内側間隔片4Tの内周側端部4tの全てを一致させたことにより、固定子鉄心3の内周側の凹凸がさらに減少することになり、エアギャップ14内の流動損失が一層小さくなる。したがって、この流動損失減少分だけ従来に比して必要流量を低い動力で供給することができ、発電機効率の向上が図れるとともに、流れの円滑化により上流側ダクト5aと下流側ダクト5bとの間の流量アンバランスも生じにくくなり、固定子コイル7および鉄心を均一に効率よく冷却することができる。

【0072】なお、本実施形態においても、第1実施形態等の構成を併用することにより、一層の機能性向上が図れる。

【0073】第5実施形態（図11）

本実施形態は、内側間隔片4の肉厚調整により、通風ダクト5内の流路断面積の変化を小さくし、これにより熱伝達性能の向上を図ったものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図11は、本実施形態の構成例を示す要部断面図である。

【0074】図11に示すように、本実施形態では、通風ダクト5の上下流側の区画壁となる各内側間隔片4Tの肉厚を、例えば固定子コイル7に対する対向部位で固定子鉄心3の中心側に向けて次第に小さくしてある。

【0075】このような構成によれば、内側間隔片4Tが内周ほど細くなっているため、上流側ダクト5aおよび下流側5b内の流路断面積の変化が小さくなって、その部分を通過する冷却ガス11の流速が略一定となる。したがって、従来構成のように、内側間隔片4Tの肉厚が一定であるため各ダクト内の流路断面積が次第に拡大し、その結果ダクト出口側で冷却ガス11の流速が低下して熱伝達性能が悪化する可能性があったものと比較して、そのような可能性を低減し、熱伝達性能を向上することができるようになる。

【0076】なお、以上の本実施形態の構成は、給気セクションにおける通風ダクトに対しても適用することができ、それによって同様の作用効果が得られる。また、図11の例では、固定子コイル7に対する対向部位で内側間隔片4Tの肉厚を変化させたが、これに限らず、内側間隔片4Tの全長に亘って内周側ほど細くする構成としてもよい。このような構成によれば、さらに各ダクト

5a、5bの全体の流路断面の均一化が図れる。なお、本実施形態においても、第1実施形態等の構成を併用することにより、一層の機能性向上が図れる。

【0077】第6実施形態（図12）

本実施形態は、固定子コイル7の外周側に配設した内側間隔片4Sの肉厚調整により、通風ダクト5内の流量損失を小さくし、これにより熱伝達性能の向上を図ったものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図12は、本実施形態の構成例を示した要部断面図である。

【0078】図12に示すように、本実施形態では、固定子コイル7の外周側位置（スロット6の外周側位置）に挿入された内側間隔片4Sの肉厚を、固定子鉄心3の外周側に向けて次第に小さくしてある。具体的には、この内側間隔片4Sは、固定子コイル7側の端部の肉厚を、固定子コイル7の肉厚（スロット6の幅）と略同一とし、そこから外周側の端部までを次第に小さくして、固定子コイル7の両側面部位に沿う流路断面が緩やかに変化するようにしてある。

【0079】このような構成によれば、図24に示した従来例のように、固定子コイル7とその外周側の内側間隔片4Sとの肉厚に大きい差があったものと比較して、これら固定子コイル7と内側間隔片4Sとの間の段差がなくなり、この部分の拡大損失を低減することができる。したがって、この損失低減の結果、冷却ガス11の必要流量を低い動力で供給することが可能となり、それだけ発電機効率を向上することができる。

【0080】なお、この構成も給気セクションに適用することが可能である。その場合には、縮流損失を低減することができる。また、本実施形態においても、第1実施形態等の構成を併用することにより、一層の機能性向上が図れる。

【0081】第7実施形態（図13～図15）

本実施形態は、固定子鉄心3内における通風ダクト5の方向設定により、冷却ガス11の流量損失低減を図ったものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図13、図14および図15は、それぞれその異なる構成例を示す要部断面図である。

【0082】図13に示した例では、固定子鉄心3のスロット6、そのスロット6に挿入される固定子コイル7、およびこの固定子コイル7に付随する通風ダクト5を、固定子鉄心3の内周側から外周側に向けて、次第に回転子回転方向の下流側に傾斜させてある。この例では、楔8の内周側端部8aおよび内側間隔片4Tの内周側端部4tの半径を、鉄心歯先部9よりも大きく設定してある。なお、楔8の内周側端部8aの先端は平坦面とされ、その端面は鉄心歯先部9の内周面に対して傾斜している。

【0083】このような構成によれば、通風ダクト5が

回転子回転方向に対し、下流側に向って次第に傾斜した構成となっているため、これらが略直交状態となっている従来の構成に比して、鉄心歯先部9から流入する冷却ガス11の流れの角度変化が小さくなり、鉄心ダクト入口部で生じる分岐損失を低減することができる。したがって、この損失低減により、冷却ガス11の必要流量を低い動力で供給することができ、それだけ発電機効率が向上する。

【0084】また、図14に示した例では、スロット、固定子コイル7および通風ダクト5を固定子鉄心3の内周側から外周側に向けて次第に回転子回転方向の下流側に傾斜させる点では図13の構成と共通しているが、楔8の内周側端部8aと、鉄心歯先部9とが固定子鉄心3の中心側から同一半径位置に設定されている点が異なる。なお、内側間隔片4Tの内周側端部4tの半径は、楔8および鉄心歯先部9よりも大きく設定してある。また、この図14の例では楔8の内周側端部8aの先端は平坦面とされ、その端面は鉄心歯先部9の内周面と一致している。

【0085】このような構成によれば、楔8の内周面が鉄心歯先部9の内周面と一致することにより、鉄心歯先部9の内周側の凹凸が少なくなるため、エアギャップ14内の流動損失が小さくなる。したがって、図13の構成による作用効果に加え、冷却ガス11の必要流量を低い動力で供給することができ、発電機効率の向上が図れるようになるという利点が得られる。

【0086】次に、図15の例でも、スロット、固定子コイル7および通風ダクト5を固定子鉄心3の内周側から外周側に向けて次第に回転子回転方向の下流側に傾斜させる点は、図13および図14の構成と共通している。但し、この図15の例では、楔8の内周側端部8a、鉄心歯先部9および内側間隔片4Tの内周側端部4tの全てが、固定子鉄心3の中心側から同一半径位置に設定されている。また、楔8の内周側端部8aの先端は平坦面とされ、その端面は鉄心歯先部9の内周面と一致している。

【0087】このような構成によれば、さらに楔8の内周面と内側間隔片4Tの内周面との半径方向位置が一致しているため、図13および図14の構成による作用効果に加え、上流側ダクト5aと下流側ダクト5bとの間の流量アンバランスが生じにくくなり、固定子コイル7および固定子鉄心3を一層均一に、効率よく冷却することができる。

【0088】なお、本実施形態も給気セクションに適用でき、その場合も同様に、流出する冷却ガス11の流れの角度変化が小さくなり、ダクト出口における合流損失を低減することができる。また、以上の本実施形態においても、第1実施形態等の構成を併用することにより、一層の機能性向上が図れる。

【0089】第8実施形態（図16、図17）

本実施形態は、固定子コイル7の側面にスパーサまたはスプリングを挿入して固定子コイル7を保持する構成の改良に係るものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図16および図17は、異なる構成例を示す要部断面図である。

【0090】従来、この種のスパーサまたはスプリングを挿入して固定子コイル7を保持する構成では、そのスパーサまたはスプリングを固定子コイル7の両側面に配置していた。このような構成では、前記の如く冷却ガス11の流量が下流側ダクト5bに比して相対的に少ない上流側ダクト5a内のコイル表面が、スパーサまたはスプリングに被覆された状態となり、その面からのコイル冷却性能が低下していた。

【0091】これに対し、図16に示した本実施形態の構成例では、スプリング17で固定子コイル7を保持するものにおいて、このスプリング挿入位置を回転子回転方向の下流側のみにしてある。すなわち、スプリング17は下流側ダクト5b内の中にのみ挿入され、この下流側ダクト5b内に面する固定子コイル7の側面のみがスプリング17で覆われ、上流側ダクト5a内に面する固定子コイル7の他側面はスプリングで覆われずに露出状態となっている。

【0092】このような構成によれば、冷却ガス11の流量が相対的に少ない上流側ダクト5a側で固定子コイル7の熱抵抗となるスプリング17がないため、効率よく固定子コイル7を冷却することができるようになる。なお、上流側ダクト5a内では、冷却ガス11がエアギャップ14の周方向速度の影響で固定子コイル7側に流れ易いので、固定子コイル7面に熱抵抗となるスプリング17がないことは、冷却上で特に有効に機能する結果となる。

【0093】また、図17の構成例では、スプリング17で固定子コイル7を保持するものにおいて、スプリング挿入位置を回転子回転方向の下流側のみにしてあるのは図16の場合と同様であるが、楔8の内周側端部を、内側間隔片4Tの内周側端部よりも固定子鉄心3の中心からの半径が小さい位置に設定してある点が異なる。

【0094】このような構成によれば、楔8の内周面の半径位置を内側間隔片4Tの先端よりも内周側としたことにより、上流側ダクト5aに周方向速度を持ったエアギャップ14内の冷却ガス11が流入し易い形状となり、この上流側ダクト5aの流量が増加して熱伝達性能が向上する。この時、上流側ダクト5a内の固定子コイル7の表面には熱抵抗となるスプリング17が挿入されていないため、固定子コイル7を一層効率的に冷却することができる。

【0095】なお、本実施形態では固定子コイル7をスプリング17で保持する例を示したが、スパーサで保持する構成の場合も同様である。また、本実施形態におい



ても第1実施形態等の構成と併用することができることは勿論である。

#### 【0096】第9実施形態(図18)

本実施形態は、固定子鉄心3の内周面側を軸方向に沿う凹凸構成として伝熱表面積を増加させ、これにより固定子コイル7および固定子鉄心を効率的に冷却するようにしたものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図18は、本実施形態の構成を示す全体断面図である。

【0097】従来では図21に示したように、薄板2として全て同一半径長さを有するものを適用し、固定子鉄心3の内周面側を軸方向に沿って平坦としていたことは前記の通りである。

【0098】これに対し、本実施形態では図18に示すように、薄板を積層して構成された円筒状の固定子鉄心3と、この固定子鉄心3の内周側のスロットに挿入された固定子コイル7とを備えた回転電機の固定子において、2種類以上の内周半径を持つ薄板2a、2bを所定の間隔で交互に積層し、これにより固定子鉄心3の内周面に薄板2a、2bの積層方向に沿う凹凸が形成されるようにしてある。

【0099】このような本実施例の構成によれば、固定子鉄心3の内周面の積層方向に凹凸が形成されることにより、鉄心内周の伝熱表面積が増加するため、鉄心歯先部9からエアギャップ14の冷却ガス11への伝熱量が増加し、固定子コイルおよび固定子鉄心3を効率的に冷却することができる。なお、本実施形態においても第1実施形態等の構成と併用することができることは勿論である。

#### 【0100】第10実施形態(図19)

本実施形態は、楔8の構成の改良により冷却ガス11の固定子コイル7への接触量を多くし、固定子コイル7の冷却性能向上を図ったものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図19は、本実施形態の構成を示す全体断面図である。

【0101】本実施形態では図19に示すように、楔8を通風ダクト5の開口部5cにかからないように分割した構成とし、その分割された各楔8をダクトの間隔にあわせて図示しない連結部材で連結して、固定子鉄心3に挿入してある。

【0102】このような構成によれば、通風ダクト5内に配置される固定子コイル7の内周面側に楔8がなく、エアギャップ14側から供給される冷却ガス11が直接、固定子コイル7に接触して冷却するようになり、これにより固定子コイル7の冷却性能を向上することができる。

#### 【0103】第11実施形態(図20)

本実施形態は、給気セクション12および排気セクション13と、固定子鉄心3の内径との関係についての改良

に係るものである。それ以外の基本的な構成については、第1実施形態と略同様であるから、説明を省略する。図20は、本実施形態の構成を示す全体断面図である。

【0104】本実施形態では、図20に示すように、冷却ガス11が固定子鉄心3の外径部から内径部へ流れる給気セクション12と、固定子鉄心3の内径部から外径部へ流れる排気セクション13とを有するものにおいて、給気セクション12および排気セクション13に対応する固定子鉄心3の内径を、各セクション12、13の境界Bから遠ざかるほど小径となるように設定してある。

【0105】このような構成によれば、エアギャップ14内の流量が増加する給排気セクション12、13の境界Bに近いほど、エアギャップ14での通風面積が増加するように構成されるため、エアギャップ14内の通風抵抗が低減し、必要流量を低い動力で供給することができ、発電機効率の向上を図ることができる。

#### 【0106】

【発明の効果】以上で詳述したように、本発明によれば、固定子コイル両側面の鉄心ダクトのうち、冷却ガスが流れやすい回転子回転方向下流側の鉄心ダクトの通風抵抗を鉄心ダクト表面にリブまたは突起等の抵抗体を設けて調節することにより、鉄心ダクト内に均等に冷却ガスを配流し、効率よく冷却を行うことができる。また、抵抗体をダクト表面に設けたダクト内においては、壁面近傍に生じる温度境界層の発達を防ぎ、高い熱伝達性能を得ることができる。また、抵抗体としてのリブや突起の配列を固定子コイルの方向に斜めに配置することにより、ダクト内の偏流が生じることを防止し、さらに固定子コイルに向かう冷却ガスの流れを得ることができ、固定子コイルを効率的に冷却することが可能である。

【0107】さらに、鉄心歯先部の内側間隔片先端と楔内周面の半径位置を一致させるたことにより、コイル両側のダクト間に流量のアンバランスが生じにくくして、効率よい冷却が可能となる。また、冷却ガスの有効伝熱面積を拡大することにより、固定子コイルおよび鉄心を効率よく冷却することができる。また、固定子鉄心内周面から見た開口面積が大きくなり、冷却ガスの流入損失が低減することができる。同様に、鉄心歯先部から出入りする冷却ガスの流れの角度変化を小さくすることにより、鉄心ダクト内周側開口部で生じる合流損失または分岐損失を低減することができる。

【0108】さらにまた、楔内周面を鉄心内周面と一致させることにより、鉄心内周面の凹凸を少なくし、エアギャップ内の流動損失を小さくすることもできる。また、エアギャップ内の流量が増加する給排気セクションの境界に近いほど、エアギャップ通風面積を増加するようにし、エアギャップ内の通風抵抗を低減することもできる。そして、これらの通風損失の低減により、必要流量



を低い動力で供給することができ、発電機効率が高い回転電機が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図2】図1のA-A線断面図。

【図3】本発明の第1実施形態による第1変形例を示す構成図。

【図4】本発明の第1実施形態による第2変形例を示す構成図。

【図5】本発明の第1実施形態による第3変形例を示す構成図。

【図6】本発明の第1実施形態による第4変形例を示す構成図。

【図7】本発明の第2実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図8】本発明の第3実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図9】本発明の第4実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図10】本発明の第4実施形態による他の構成を示す図。

【図11】本発明の第5実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図12】本発明の第6実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図13】本発明の第7実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図14】本発明の第7実施形態による他の構成を示す図。

【図15】本発明の第7実施形態によるさらに他の構成を示す図。

【図16】本発明の第8実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図17】本発明の第8実施形態による他の構成を示す図。

【図18】本発明の第9実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図19】本発明の第10実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図20】本発明の第11実施形態による回転電機の固定子鉄心を示す構成図。

【図21】従来の回転電機の固定子を示す軸方向断面図。

【図22】従来の固定子鉄心を示す通風ダクト部の断面図。

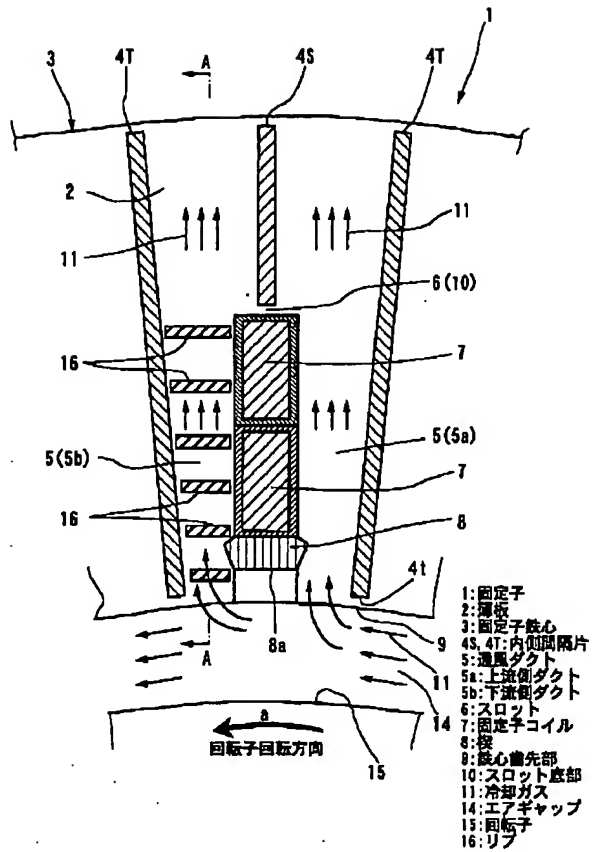
【図23】従来の固定鉄心ダクトの冷却ガスの通風径路を示す図。

【図24】従来の固定鉄心ダクト内の冷却ガスの流動状態を示す模式図。

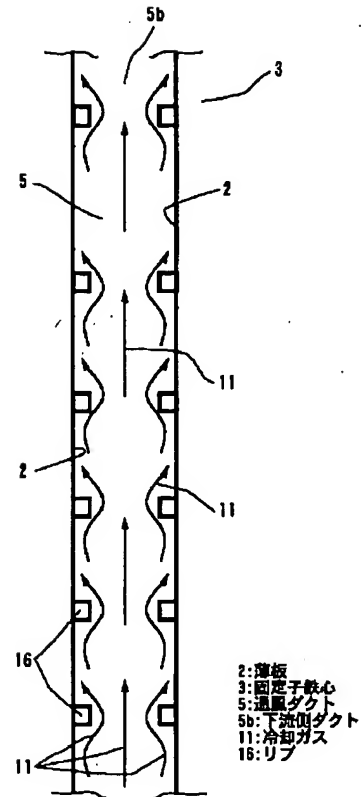
【符号の説明】

- 1 固定子
- 2, 2a, 2b 薄板
- 3 固定子鉄心
- 4S, 4T 内側間隔片
- 5 通風ダクト
- 5a 上流側ダクト
- 5b 下流側ダクト
- 6 スロット
- 7 固定子コイル
- 8 楔
- 9 鉄心歯先部
- 10 スロット底部
- 11 冷却ガス
- 12 給気セクション
- 13 排気セクション
- 14 エアギャップ
- 15 回転子
- 16 リブ
- 17 スプリング
- 18 突起

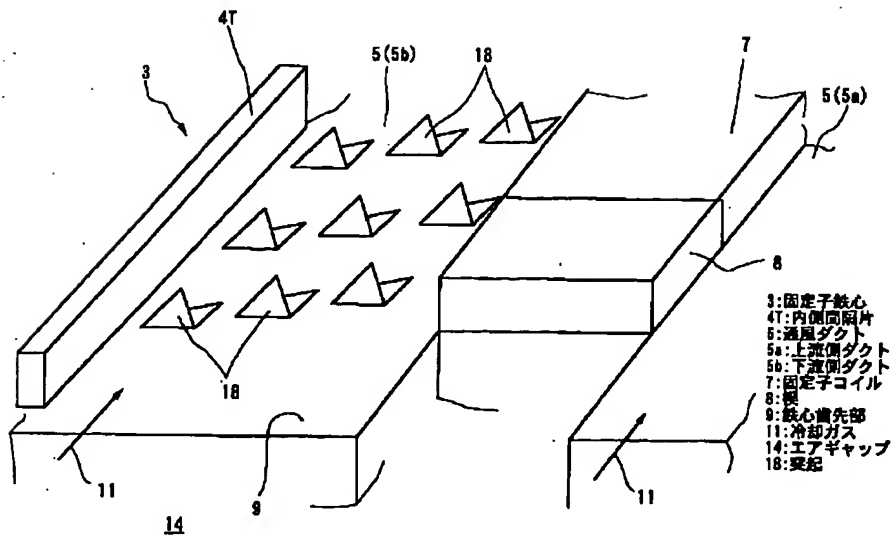
【図1】



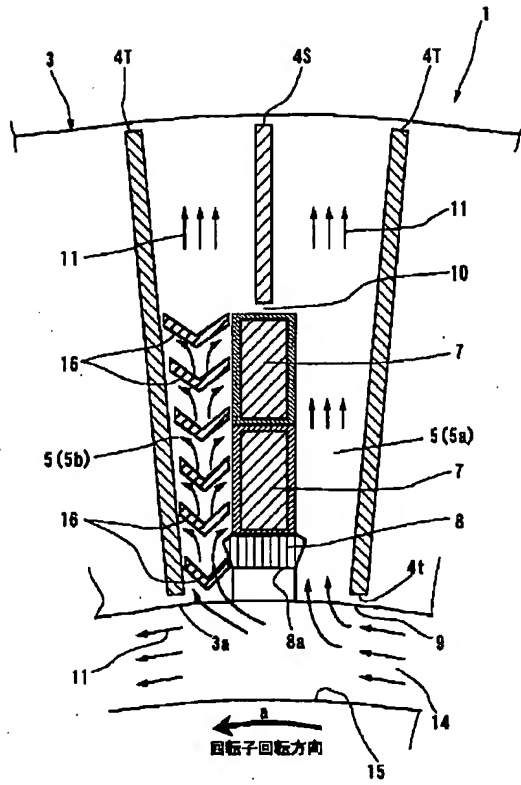
【図2】



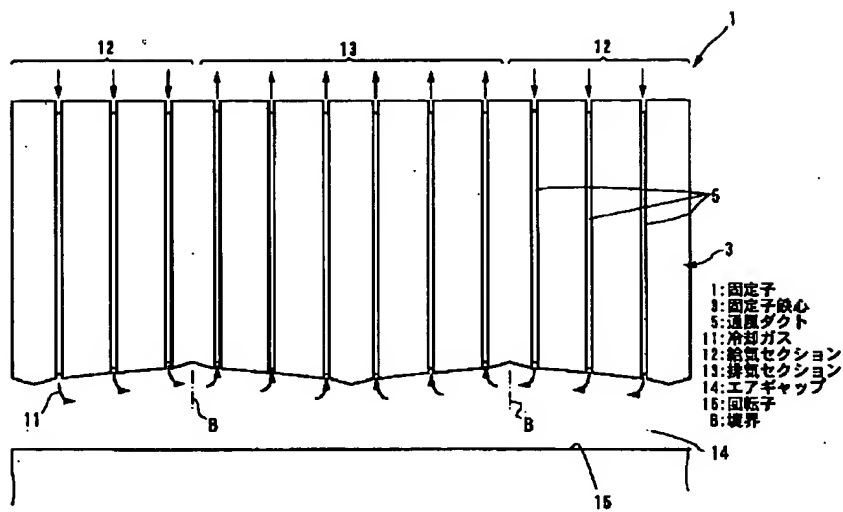
【図6】



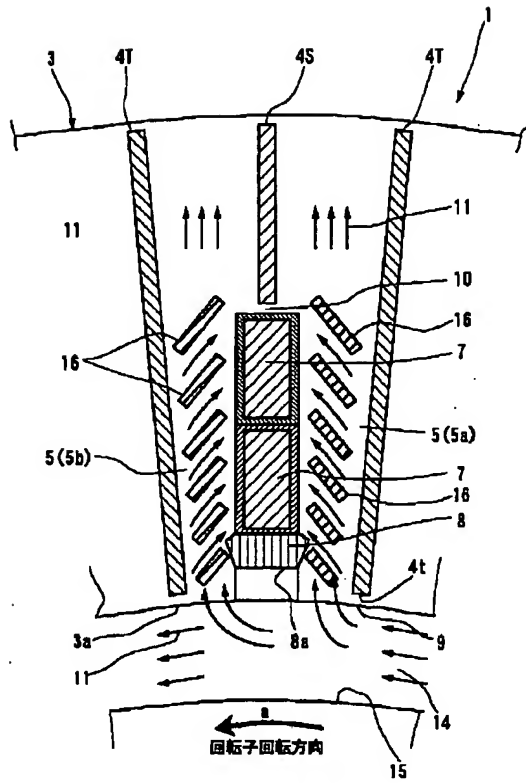
【図4】



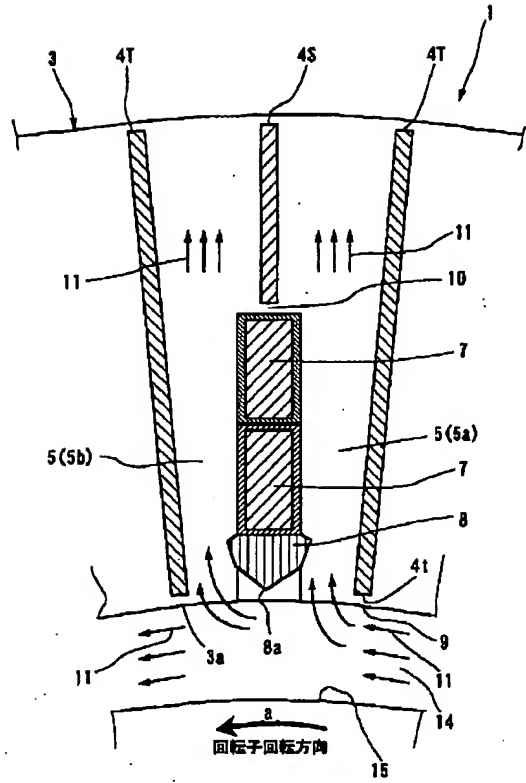
【図20】



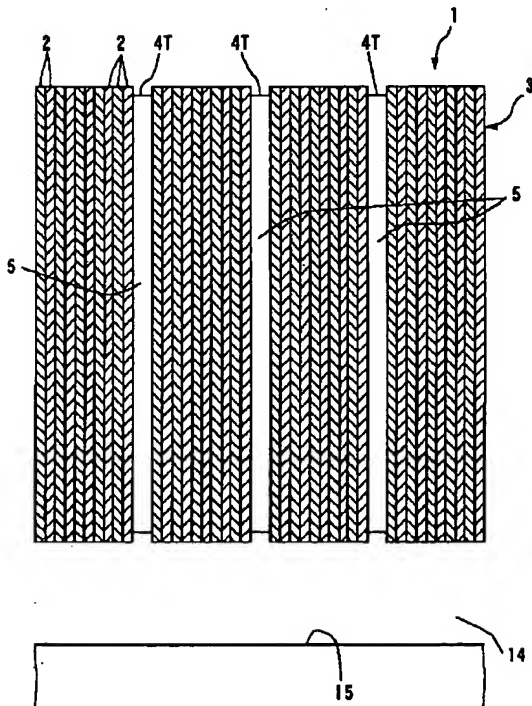
【図5】



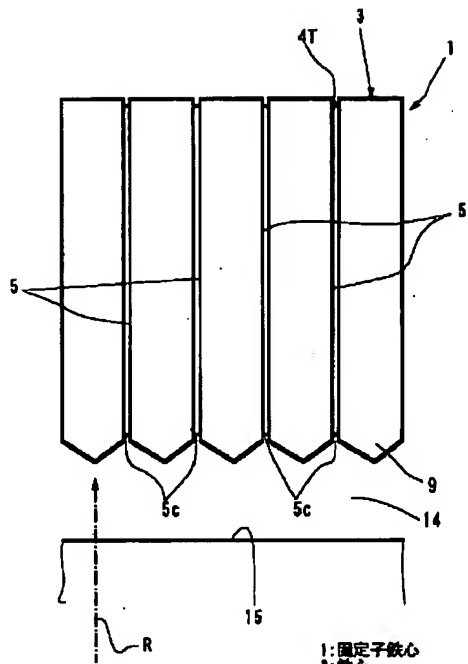
【図7】



【図21】

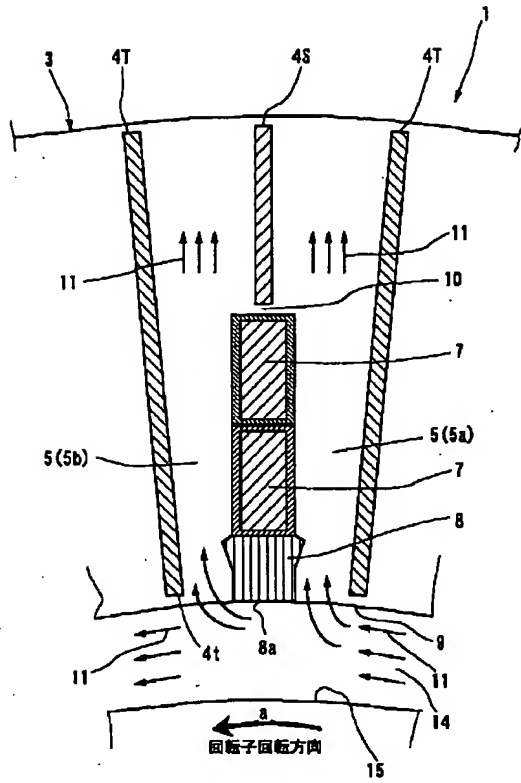


【図8】



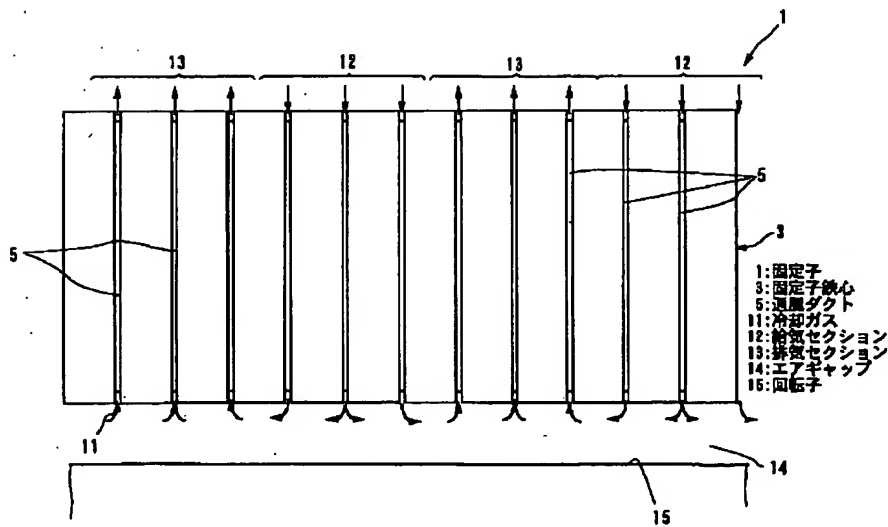
- 1: 固定子鉄心  
3: 鉄心  
4T: 内側面プレート  
5: 通風ダクト  
5c: 開口部  
9: 鉄心先端部  
14: エアギャップ  
15: 回転子  
R: 半径

【図9】



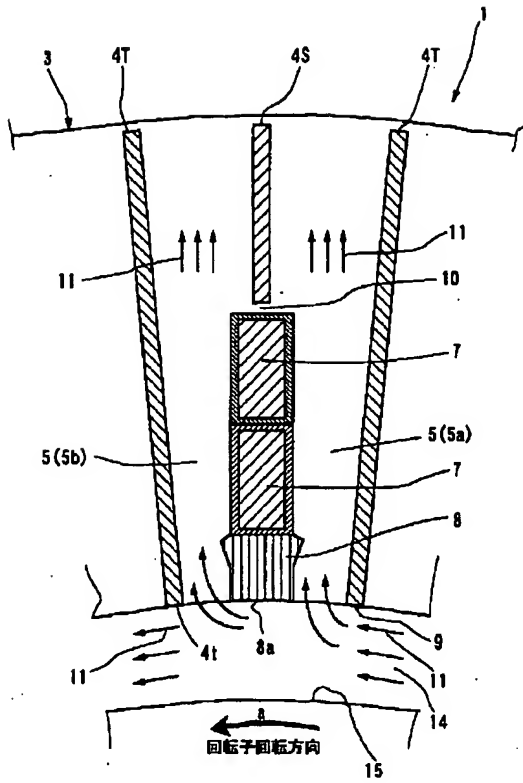
回転子回転方向

【図23】

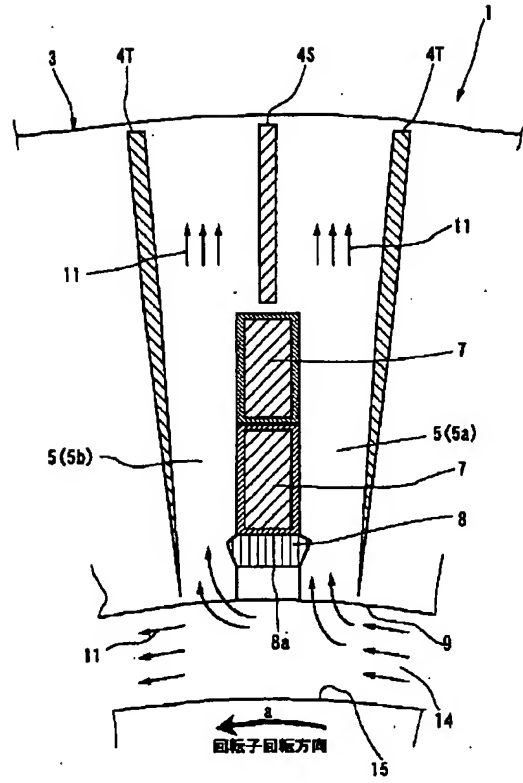


- 1: 固定子鉄心  
3: 鉄心  
5: 通風ダクト  
11: 冷却ガス  
12: 冷却ガス  
13: 冷却ガス  
14: エアギャップ  
15: 回転子

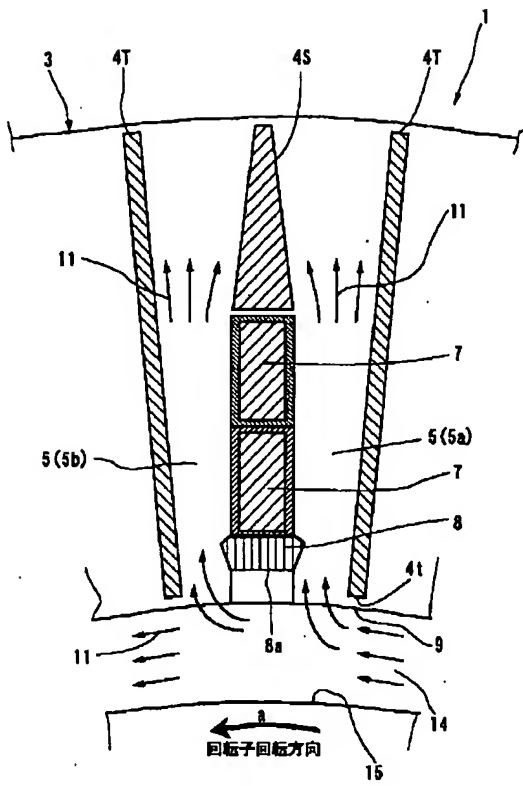
【図10】



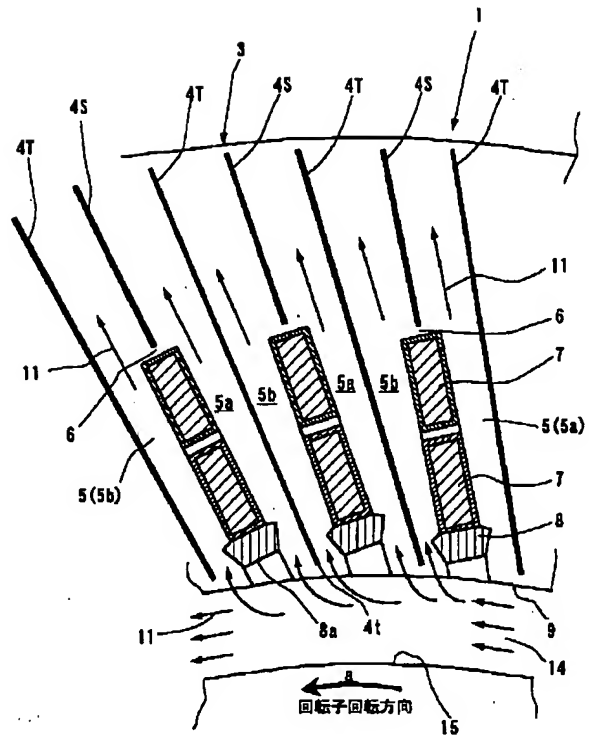
【図11】



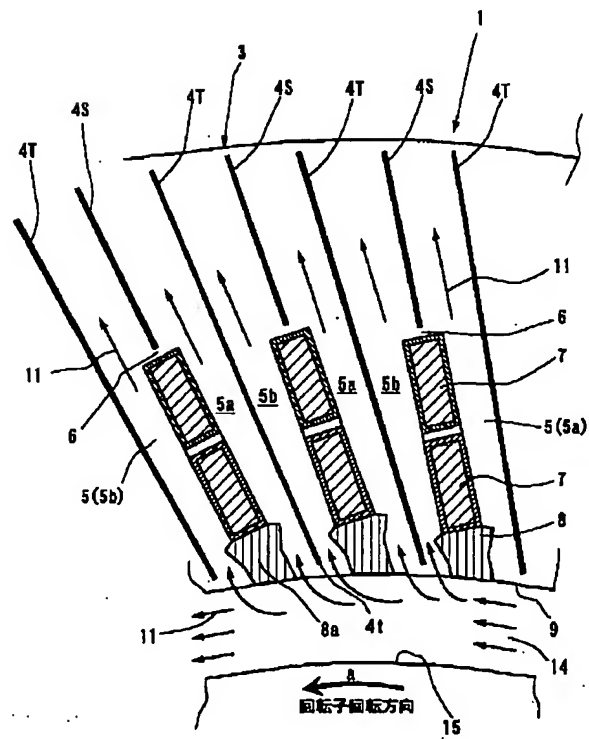
【図12】



【図13】

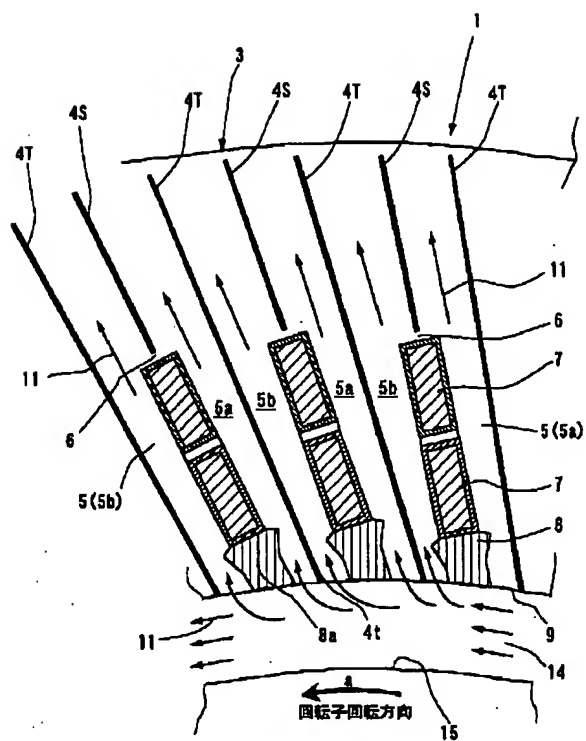


【図14】

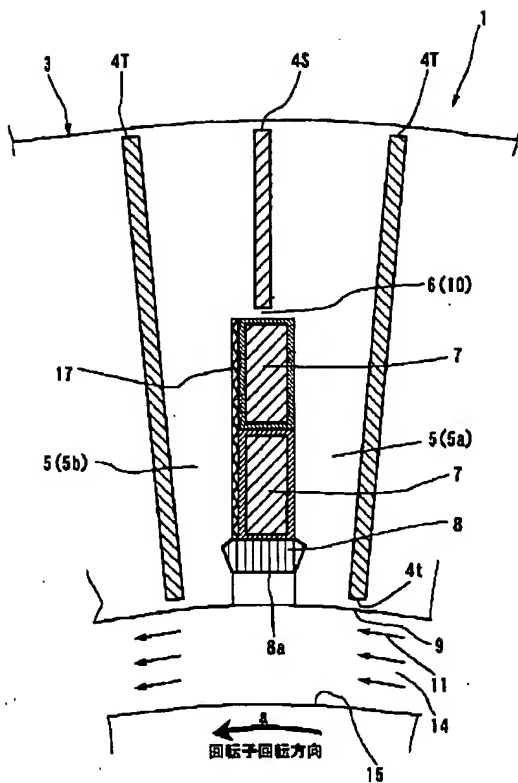




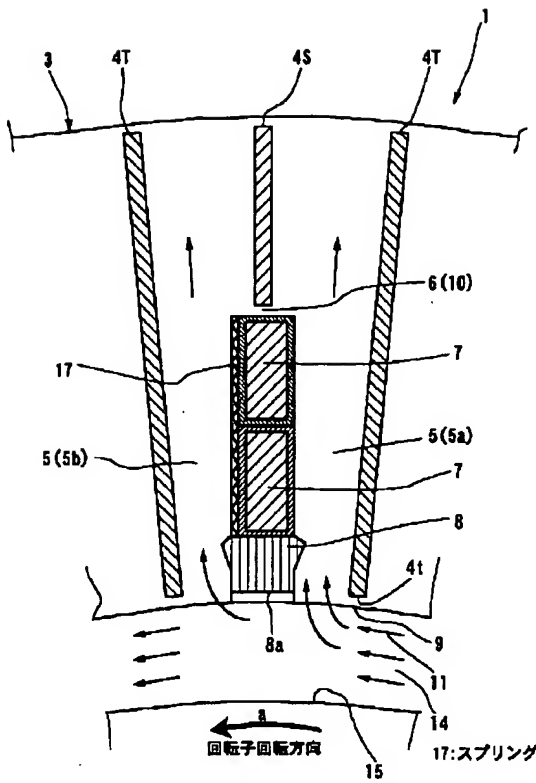
【図15】



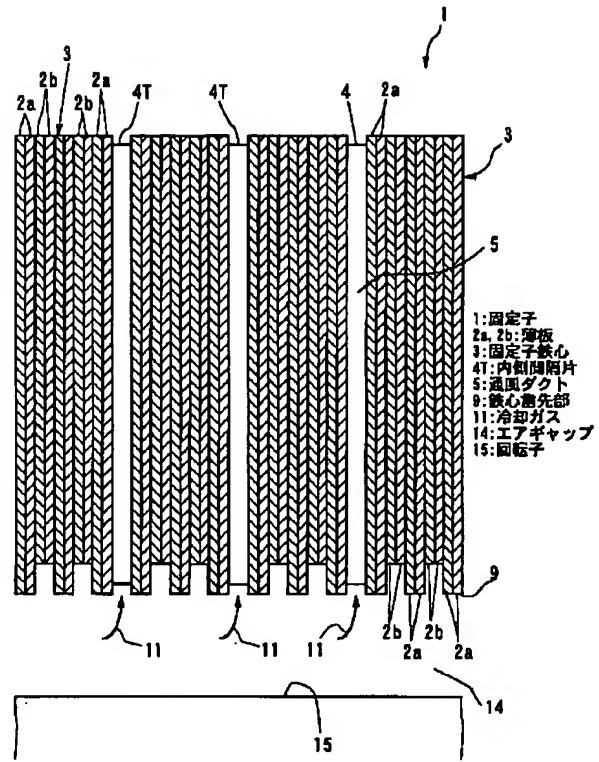
【図16】



【図17】

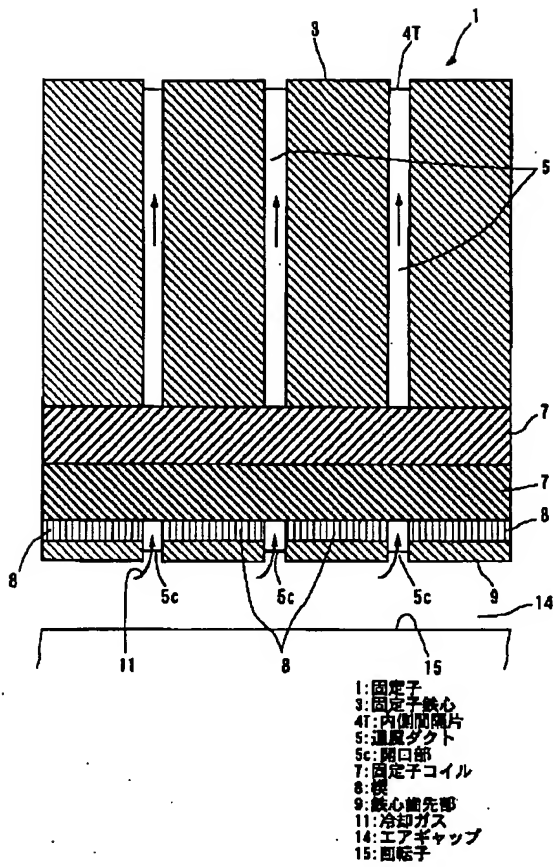


【図18】

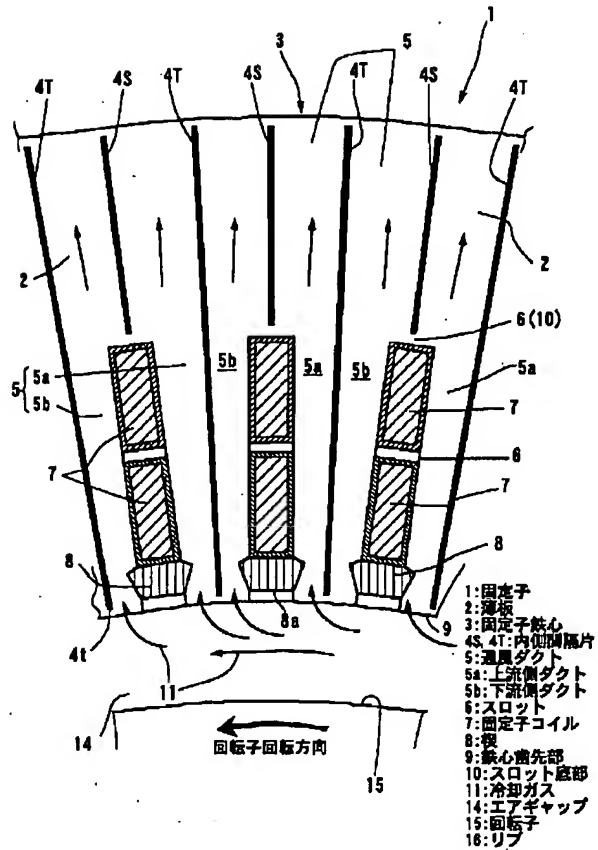


- 1: 固定子
- 2a, 2b: 薄板
- 3: 固定子鉄心
- 4T: 内側間隔片
- 5: 通風ダクト
- 6: 鉄心巻先部
- 11: 冷却ガス
- 14: エアギャップ
- 15: 回転子

【図19】



【図22】



【図24】

